

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- u. Kieferkrankheiten
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. hab. Hans Heuser

Experimentelle Untersuchungen über das Dimensionsverhalten der Einbettungsmasse KOMPENS bei unterschiedlichen Einbettungsverfahren

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
der hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von

Walter Josef
aus Zeiden/Rumänien

Marburg 1966

Kleinoffsetdruck: Görich & Weiershäuser, Marburg

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- u. Kieferkrankheiten
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. hab. Hans Heuser

Experimentelle Untersuchungen über das Dimensionsverhalten der Einbettungsmasse KOMPENS bei unterschiedlichen Einbettungsverfahren

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
der hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von

Walter Josef

aus Zeiden/Rumänien

Marburg 1966



Angenommen von der Medizinischen Fakultät
der Universität Marburg am 14.7.1966

gedruckt mit Genehmigung der Fakultät

Dekan: Prof.Dr.med.O.Braun-Falco

Referent: Prof.Dr.med.dent.H.Pantke

Correferent: Prof.Dr.med.Dr.med.dent.H.Heuser

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
A. Geschichte des zahnärztlichen Gußverfahrens	1
B. Experimentelle Untersuchungen über das Dimensionsverhalten der Einbettungsmasse KOMPENS bei unterschiedlichen Einbettungsverfahren	3
1. Die Einbettungsmassen	3
a) Allgemeines	3
b) Die Einbettungsmasse KOMPENS	8
2. Die Untersuchungsmethode	10
a) Die Kavitäten	10
b) Die Wachsmode'llherstellung	13
c) Das Meßverfahren	14
d) Das Einbettungsverfahren	15
e) Das Gußmaterial und Gußverfahren	17
3. Die Untersuchungsergebnisse	18
a) Vergleich zwischen Kavität und Wachsmode'll	19
b) Vergleich zwischen Wachsmode'll und Gußstück	20
c) Vergleich zwischen Kavität und Gußstück	31
4. Zusammenstellung und Diskussion der Ergebnisse	42
C. Zusammenfassung	50
D. Literaturverzeichnis	52



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A. Geschichte des zahnärztlichen Gußverfahrens

Das zahnärztliche Gußverfahren in seiner heutigen Form ist noch gar nicht so alt, wie allgemein angenommen wird. Bevor TAGGERT 1907 gangbare Wege dazu aufwies, wurden zahnärztliche Goldarbeiten nach dem Löt- und Stanzverfahren des goldverarbeitenden Handwerks hergestellt.

Der rein technische Vorgang des Goldgusses bereitete keine Schwierigkeiten, da Verflüssigung und Formguß bereits bekannt waren. Schon vor TAGGERT wurde in Anlehnung an die Methoden der Goldschmuckarbeiter verflüssigtes Gold in ausgebrühten Wachsformen gegossen. Auf diese Weise konnten dünne Goldplatten, Stäbchen und sonstige einfach gestaltete Werkstücke hergestellt werden, die in der Zahnheilkunde jedoch nur beschränkt Anwendung finden konnten, da sie in den meisten Fällen nur Teilresultate waren und erst durch mühevollen und umständlichen Ausarbeitungs- und Lötmethoden zu einer fertigen Arbeit führten.

Die Herstellung von Metallarbeiten durch Gußverfahren war auch in der Schwerindustrie schon lange bekannt. Man ließ flüssiges Metall in Sandformen laufen und konnte so auch komplizierte Metallgüsse durchführen. Diese Form der Metallverarbeitung konnte jedoch von der zahnärztlichen Technik nicht übernommen werden, auch wenn man sie für den gedachten Zweck in kleinerem Maßstab hätte anwenden wollen, da für das Gelingen zahnärztlicher Maßnahmen eine hohe Präzision Voraussetzung ist. Die vielfältige Gestalt, die Feinheit und Kleinheit der Wachsmodelle lassen ein einfaches Einfließen von flüssigem Metall in eine offene Form nur in den seltensten Fällen zu. Zudem könnte man auch wegen der großen Porosität, der Oberflächenrauigkeit und der geringen Festigkeit der Sandformen keine Präzision für so kleine Werkstücke erreichen.

Der durch TAGGERT erzielte Fortschritt bestand darin, das Schmelzgut mit Hilfe der Zentrifugalkraft in eine Gußhohlform zu gießen bzw. zu schleudern. Dadurch wurde es möglich, Wachsmodelle beliebiger Form direkt in Metall zu erstellen. Um jedoch eine hohe Präzision zu erreichen, war es unumgänglich, eine spezielle Einbettungsmasse zu entwickeln, die den Anforderungen für das Schleudergußverfahren gerecht wurde.

B. Experimentelle Untersuchungen über das Dimensionsverhalten der Einbettungsmasse KOMPENS bei unterschiedlichen Einbettungsverfahren

1. Die Einbettungsmassen

a) Allgemeines

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wird zum erstenmal der Begriff "Einbettungsmasse" in der zahnärztlichen Literatur erwähnt. Diese Masse diente zur Fixierung von Metallteilen bei Lötarbeiten. Hierfür genügte es, daß die Einbettungsmassen folgende drei Forderungen erfüllten:

1. Plastische Verarbeitbarkeit
2. Erstarrung zu einer festen Masse
3. Feuerfestigkeit

Es zeigte sich, daß beim Erhitzen der fixierten Metallarbeiten eine Dimensionsänderung in Form einer Expansion bei den Einbettungsmassen auftrat, die aber für diese Zwecke belanglos war.

Mit dem Aufkommen der zahnärztlichen Gußtechnik Anfang des 20. Jahrhunderts kam den Einbettungsmassen eine weit aus größere Bedeutung zu, als in der vergangenen Zeit. Um Präzisionsgüsse von Inlays, Kronen sowie anderen Metallarbeiten zu erreichen, mußten die Einbettungsmassen bzw. die Einbettungsmethoden dahingehend verbessert werden, daß die Kontraktion des Metalls und die Expansion der Einbettungsmasse sich beim Gußverfahren gegenseitig annähernd aufheben. Mit anderen Worten, es mußte versucht werden, die Metallschrumpfung durch eine genügend große Expansion der Einbettungsmasse, also durch eine Vergrößerung der Gußhohlform auszugleichen.

Weiterhin war es erforderlich, daß das Gußstück genau seiner vormodellierten Form entsprach und einwandfreie Metallstruktur besaß, d. h. die Oberfläche mußte homogen sein, es durften keine Risse, keine Lunker und keine Verunreinigungen durch abgelöste Einbettungsmasse auftreten.

Die Dentalindustrie versuchte Massen zu entwickeln, die den genannten Anforderungen entsprachen.

Die heute im Handel befindlichen Einbettungsmassen setzen sich nach HEHRING in der Regel aus folgenden Hauptbestandteilen zusammen:

1. Gips-Halbhydrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$)
2. Quarz (SiO_2) in Form von Quarzsand bzw.
seiner Modifikationen
Christobalit und Tridymit

Der feuerfeste Anteil ist die Quarzkomponente, der Gips dient als Bindemittel. Hinzu kommen noch einige Beigaben, die die Abbindung beschleunigen bzw. verzögern und die thermische Expansion steigern. Die gebräuchlichsten Zusätze seien im folgenden aufgezählt:

Borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$)	verzögert die Abbindung
Natriumsulfat (Na_2SO_4)	beschleunigt die Abbindung
Natriumchlorid (NaCl)	steigern die thermische Expansion
Kaliumchlorid (KCl)	
Lithiumchlorid (LiCl)	

Der Zusatz von Kohlenstoff (C) bewirkt in der Hohlform eine reduzierende Atmosphäre, wodurch eine Verunreinigung des Gußstückes durch Oxydation verhindert werden soll. Ganz lassen sich Verunreinigungen jedoch nicht vermeiden, da beim Erhitzen Schwefelverbindungen aus dem Gips freigesetzt werden, die mit dem Metall reagieren.

Bei der Verarbeitung unterliegen die Einbettungsmassen verschiedenen Volumenschwankungen. Die erste tritt beim Erstarren bzw. Abbinden auf, und zwar in der Weise, daß das Gips-Halbhydrat Wasser aufnimmt, wodurch eine Volumenvergrößerung bewirkt wird, das ist die sogenannte Abbindeexpansion.

Das Gips-Halbhydrat wandelt sich nach der Formel



in das Gips-Dihydrat um.

Die zweite Volumenschwankung findet man beim Erhitzen der Einbettungsmasse. Da sich jeder Körper bei Zufuhr von Wärme ausdehnt, kommt es ebenfalls zu einer Volumenvergrößerung, der thermischen Expansion. Im Gegensatz dazu steht die Erstarrungskontraktion, die beim Erkalten der Einbettungsmasse auftritt, sie sei hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt.

In diesem Zusammenhang sei noch auf die hygroskopische Expansion hingewiesen. Sie wurde 1932 von SCHEU demonstriert und zeigt, daß die Einbettungsmassen mehr oder weniger stark expandieren, wenn sie zehn bis vierzehn Minuten nach dem Anrühren, d. h. bei beginnender Abbindung, in Wasser gelegt werden.

Auf Grund der verschiedenen prozentualen Zusammensetzung aus den einzelnen Hauptbestandteilen und den Zusätzen wird für jede Einbettungsmasse ein optimales Mischungsverhältnis von Wasser und Pulver angegeben. Dadurch läßt sich die größtmögliche Expansion der verschiedenen Einbettungsmassen erreichen, denn Abbindeexpansion und thermische Expansion werden durch das Mischungsverhältnis von Wasser und Pulver stark beeinflusst. Dünnflüssig angerührte Einbettungsmasse expandiert nicht so stark wie festangerührte.

Um einwandfreie Goldgüsse zu erhalten, muß die Einbettungsmasse in erstarrtem Zustand so fest sein, daß beim Schleudern keine Teilchen aus der Gußhohlform herausbrechen können. Außerdem darf sie nicht zu porös sein und muß eine möglichst glatte Oberfläche aufweisen. Eine gewisse Porosität ist jedoch erforderlich, damit die Luft beim Schleuderguß aus der Hohlform entweichen kann.

Festigkeit, Porosität und Oberflächenrauigkeit sind nach HEHRING abhängig von:

1. der Zusammensetzung der Einbettungsmasse
2. dem Mischungsverhältnis von Wasser und Pulver
3. der Teilchengröße der einzelnen Bestandteile

Hierzu führt der obengenannte Autor einige wesentliche Gesetzmäßigkeiten auf:

- zu 1. "Je größer der Gipsanteil in der Einbettungsmasse ist, desto größer ist ihre Festigkeit.

Je höher der Quarzanteil, desto größer ist die Porosität.

- zu 2. Die Festigkeit nimmt bei erhöhtem Wasserzusatz ab, die Porosität dagegen zu.

- zu 3. Je kleiner die Teilchengröße der einzelnen Bestandteile ist, desto geringer sind Porosität und Oberflächenrauigkeit. Das gilt besonders für die Quarzkomponente."

Für die Abbindeexpansion und thermische Expansion gelten nach HEHRING folgende Regeln:

1. "Die Abbindeexpansion ist umso größer, je höher der Gipsanteil ist.

2. Die thermische Expansion wird durch die Erhöhung der Quarzkomponente verstärkt. Es kommt hierbei auch auf die verwendete Quarzsorte an, so dehnt sich Christobalit stärker aus als einfacher Quarzsand."

Bei den bisher gebräuchlichen Einbettungsmassen war es nötig, die Expansion durch die sogenannte Kerneinbettung zu steigern, um eine gute Paßgenauigkeit zu erzielen.

Bei der von der Firma DENTAURUM entwickelten Einbettungsmasse KOMPENS soll die Paßgenauigkeit der Gußstücke auch ohne besondere Einbettungsmethoden gleich gut sein. Auf die unterschiedlichen Einbettungsverfahren werden wir später genauer eingehen.

b) Die Einbettungsmasse KOMPENS

Die Einbettungsmasse KOMPENS, hergestellt von der Firma DENTAURUM in Pforzheim, ist eine neu entwickelte Einbettungsmasse, deren Vorteil, wie zuvor schon gesagt wurde, in den vereinfachten Einbettungsverfahren liegen soll.

KOMPENS hat, lt. Angaben der Herstellerfirma, gegenüber anderen Einbettungsmassen den Vorteil, daß keinerlei besondere Einbettungsmethoden, zum Beispiel Kerneinbettung, erforderlich sind.

Das Einbetten erfolgt bei KOMPENS durch einfaches Übergießen des Wachsmodells mit der Einbettungsmasse in der Muffel. Um Lufteinschlüsse zu vermeiden, wird der Gebrauch eines Vakuum-Einbettgerätes empfohlen. Unabhängig von Form und Größe der Wachsmodelle soll KOMPENS die für Goldlegierungen erforderliche Expansion aufweisen und dadurch einen absoluten Ausgleich der natürlichen Gußkontraktion gewährleisten. Für die exakte Verarbeitung gibt die Firma folgende Vorschriften an:

Mischungsverhältnis:	100 Gewichtsteile Einbettungsmasse zu 36 Gewichtsteilen Wasser
Anrührzeit:	ca. 2 Minuten
Abbindezeit:	ca. 30 Minuten bis zum Entfernen der Gußstifte
Wachs-Elimination:	bei langsamen Vorwärmen bis 300 ° C
Volle Muffelwärme:	700 bis 750 ° C

Der Guß soll gleich nach dem Erreichen der angegebenen Muffelwärme von 700 bis 750° C erfolgen, d. h. also, sobald die Gußkanäle kirschrot aussehen. Um die thermische Expansion voll zu erreichen, muß die Muffel mit befeuchtetem Asbestpapier ausgelegt werden.

Nach vergleichenden Laboruntersuchungen besteht KOMPENS zu 50 % aus Gips-Halbhydrat, zu 10 % aus Quarzsand und zu 40 % aus Christobalit. Der hohe Gipsanteil bewirkt eine recht große Festigkeit. Die Brinellhärte beträgt vor dem Glühen $1,77 \text{ kg/mm}^2$, nach dem Glühen $1,00 \text{ kg/mm}^2$. Der hohe Anteil von Christobalit hat eine große thermische Expansion zur Folge, sie beträgt 0,98 % linear. Dagegen ist die Abbindeexpansion mit 0,37 % linear relativ gering. Die Gesamtexpansion beträgt demnach 1,35 % linear.

Unsere Aufgabe bestand darin, festzustellen, ob das vereinfachte Einbettungsverfahren ausreicht, oder ob auch bei KOMPENS die Kerneinbettung angewendet werden soll, um exakt passende Gußstücke zu erzielen.

Die von uns angewandte Untersuchungsmethode ist in den folgenden Abschnitten beschrieben.

2. Die Untersuchungsmethode

a) Die Kavitäten

Für unsere Versuche stellten wir drei verschiedene stilisierte Inlaykavitäten her, die in ihrer Form einer MOD-Kavität, einer okklusalen Kavität und einer Zahnhalskavität entsprachen. Wenn in der weiteren Untersuchung von Kavitäten gesprochen wird, so sind stets diese Formen gemeint.

Die obengenannten Kavitätenformen waren in eine Messingplatte eingelassen (Abb. 1). Durch eine zweite an- bzw. abschraubbare Platte war es möglich, die Kavitäten so zu schließen, daß nur eine Öffnung blieb, durch die das Wachs für die Modellherstellung eingebracht werden konnte (Abb. 2). Nach Entfernung der zweiten Platte lagen die Wachsmodelle nur noch den Kavitätenwänden der ersten Platte an. Diese Konstruktion ermöglichte eine genaue Vermessung der Wachsmodelle sowie der nach diesen Modellen hergestellten Gußstücke unter dem Mikroskop. Meßmarkierungen auf der ersten Platte gewährleisteten, daß alle Strecken immer an der gleichen Stelle vermessen werden konnten. In der Abb. 1 sind die Markierungen durch schwarze Striche sichtbar gemacht worden.

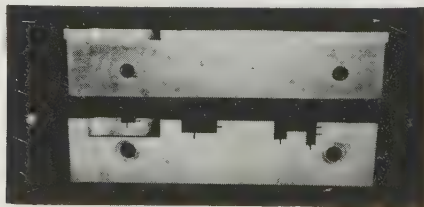


Abb. 1 Messingplatte mit stilisierten Kavitäten. Die schwarzen Striche verdeutlichen die Meßmarkierungen.

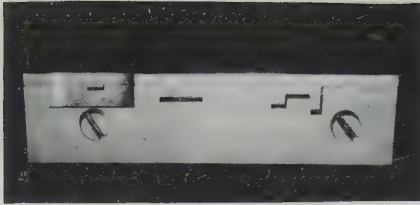


Abb. 2 Geschlossene Inlaykavitäten

Die MOD-Kavität war so gestaltet, daß die beiden Schenkel ungleich lang und dick waren. Die okklusale Kavität hatte eine kastenförmige Gestalt, ebenso die Zahnhalskavität, jedoch mit bedeutend kleineren Ausmaßen. Durch die unterschiedlichen Größenverhältnisse bei gleicher Form sollte ermittelt werden, ob die Dimensionsänderungen von der Größe der Wachsmodelle abhängen.

Bei allen Kavitäten standen die Wände senkrecht zum Kavitätenboden. Dadurch war es möglich, schon kleinste Abweichungen zwischen Wachsmodell und Gußstück festzustellen. Werden die MOD-Inlays zu groß oder zu klein, so sind sie in unserem Falle nicht mehr in die Kavität zu bringen. Dasselbe gilt für expandierte okklusale Inlays und Zahnhalsinlays. Bei Kavitäten mit schrägen Wänden können einflächige Inlays jedoch noch bis zu einem gewissen Grad eingesetzt werden. Die nachstehenden Skizzen sollen die Verhältnisse bei einem zu großen okklusalen Inlay verdeutlichen. Abb. 3a zeigt eine senkrechte Präparation, in Abb. 3b sind die Wände abgeschrägt.

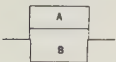


Abb. 3a Kavitätenpräparation mit senkrechten Wänden

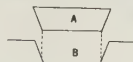


Abb. 3b Kavitätenpräparation mit abgeschrägten Wänden

In Abb. 3a zeigen die gestrichelten Linien deutlich an, daß das Einsetzen des zu großen Inlays (A) in die Kavität (B) mit senkrecht präparierten Wänden unmöglich ist. Abb. 3b läßt erkennen, daß bei abgeschrägten Wänden ein zu großes Inlay (A) noch bis zu einem gewissen Grade in die Kavität (B) eingesetzt werden kann.

Die nachfolgenden Skizzen 4a bis 4c zeigen die Inlaykavitäten in doppelter Größe. Die Buchstaben bezeichnen die Strecken, die zum Vergleich zwischen den Kavitäten und den Wachsmodellen bzw. den Gußstücken benutzt wurden. Die Längen der einzelnen Strecken sind in Millimeter angegeben, die Dezimalstellen traten durch die handwerkliche Ungenauigkeit bei der Herstellung der Kavitäten auf.

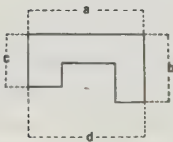


Abb. 4a MOD-Inlay

a = 12,024 mm

b = 6,960 mm

c = 5,502 mm

d = 12,047 mm



Abb. 4b Okkusales Inlay

a = 10,143 mm

b = 3,978 mm



Abb. 4c Zahnhalsinlay

a = 4,065 mm

b = 1,569 mm

b) Die Wachsmode'llherstellung

Zur Herstellung der Wachsmode'lle benutzen wir ein ziemlich hartes und sprödes Wachs, nämlich "PREPON-WACHS grün" der Farbenfabriken Bayer AG. Dadurch wollten wir erreichen, daß es beim Herausnehmen der Modelle aus den Kavitäten eher zu einem Bruch als zu einer Verformung kommen sollte. Bei der Wachsmode'llation richteten wir uns nach den Empfehlungen von JÖRGENSEN:

"Das Wachs soll plastisch verformt werden und nicht flüssig in die Kavität gebracht werden. Während des Modellierens wird möglichst wenig Wärme zugeführt, damit das Wachs den Kavitätenwänden anliegend bleibt."

Das Wachs wurde in einem Wasserbad von 52°C erweicht, plastisch in die Kavität gebracht und bis zum Erhärten unter Druck gehalten. Nach Abkühlung auf Raumtemperatur entfernten wir mit einem kalten Wachsmesser die Preßfahnen und legten danach das Modell mitsamt der metallenen Form nochmals in lauwarmes Wasser, wodurch Spannungen innerhalb des Waxes ausgeglichen werden sollten. Die Abb. 5 zeigt eine Skizze der Wachsmode'lle in natürlicher Größe. Die Buchstaben zwischen den gestrichelten Linien geben an, welche Strecken vermessen wurden. Die dunkelen Punkte stellen die Ansatzstellen für die Gußstifte, die immer an der gleichen Stelle angesetzt wurden, dar. Ihre Dicke betrug bei den okklusalen und MOD-Modellen 2,5 mm, bei den Zahnhalsinlays 1 mm. Die Länge der Stifte wurde mit 5 mm bei allen Modellen gleich gehalten.



Abb. 5 Skizze der Wachsmode'lle mit Meßstrecken und Ansatzstellen für die Gußstifte. Natürliche Größe

c) Das Meßverfahren

Für unsere Untersuchungen war es notwendig, zunächst die genauen Maße der Kavitäten, wie sie zuvor schon angegeben wurden, zu ermitteln. Danach erfolgte die Vermessung der Wachsmodele und der entsprechenden Gußstücke. So konnten wir feststellen, inwieweit die Gußstücke in ihrer Form und Größe von den Wachsmodellen abwichen. Zur Beurteilung der Paßgenauigkeit verglichen wir dann die Kavitäten mit den Gußstücken.

Zu unseren Messungen benutzten wir ein Meßmikroskop der Firma LEITZ. Ein Fadenkreuz im Okular ermöglichte die exakte Fixierung der Meßpunkte. Durch Rändelschrauben, auf denen eine Meßskala angebracht war, konnte der Objektisch und somit das Objekt verschoben werden. Auf der Skala wurde dann abgelesen, wieviel Millimeter die Verschiebung betrug. Die Eichung des Mikroskopes gewährleistete eine genaue Messung bis zu einem tausendstel Millimeter.

Wie schon zuvor erwähnt wurde, brachten wir für alle zu messenden Strecken Meßmarkierungen auf der ersten Messingplatte an (Abb. 1). Hierdurch war es möglich, alle Strecken, sowohl bei den Wachsmodellen als auch bei den Gußstücken, immer an derselben Stelle zu messen.

Um genaue Ergebnisse zu erzielen, lasen wir jede Messung dreimal ab und benutzten, wenn sich Differenzen zeigten, den Mittelwert als Meßergebnis.

d) Das Einbettungsverfahren

Zur Einbettung der Wachsmodelle gibt es, wie schon zuvor erwähnt wurde, verschiedene Methoden. Wir betteten die Modelle einmal nach den Empfehlungen der Firma DENTAURUM durch einfaches Übergießen mit KOMPENS ein und zum anderen benutzten wir die sogenannte Kerneinbettungsmethode.

Bei der ersten Einbettung verfahren wir exakt nach den Verarbeitungsvorschriften für die Einbettungsmasse KOMPENS. Das gereinigte Wachsmodell wurde in der Muffel mit im richtigen Verhältnis angerührter Einbettungsmasse übergossen. Durch Benutzung eines Vibrators versuchten wir, Lufteinschlüsse zu vermeiden.

Bei der Kerneinbettungsmethode gingen wir folgendermaßen vor: Auf das gereinigte Wachsmodell wurde angerührte Einbettungsmasse mit einem Pinsel aufgetragen und darauf trockenes Pulver gestreut. Dieses wurde zu einem Teil direkt aufgesogen, zum anderen durch Einrütteln in die aufgetragene Einbettungsmasse gebracht. Diesen Vorgang wiederholten wir so oft, bis das ganze Modell gleichmäßig mit einem 2 mm dicken Mantel von Einbettungsmasse umgeben war und kein Pulver mehr von der Flüssigkeit aufgenommen werden konnte. Nach 20 Minuten brachten wir den auf diese Weise gewonnenen sogenannten Kern in eine mit Einbettungsmasse gefüllte Muffel.

Die Kerneinbettung soll eine Steigerung der Gesamtexpansion bewirken. Man geht dabei von der Überlegung aus, daß zuerst der Kern für sich beim Abbinden expandiert und bei der Einbettung in die Gußmuffel eine neuerliche Expansion erfolgt.

Für alle Einbettungen benutzten wir stets Muffeln von gleicher Größe und Wandstärke, die bis zum Rand mit Asbestpapier ausgelegt waren. Auch hier richteten wir uns nach den Empfehlungen von JÖRGENSEN:

"Der Metallzylinder soll mit einer locker eingelegten Asbestschicht innen vollständig ausgekleidet werden, da Asbestauskleidungen, die mehr als 3 mm des Muffelrandes unbedeckt lassen, nutzlos sind."

e) Das Gußmaterial und Gußverfahren

Als Gußmaterial wurde die Goldlegierung DEGULOR M, die uns von der Firma DEGUSSA dankenswerterweise zur Verfügung gestellt wurde, verwendet. DEGULOR M ist ein relativ hartes Metall, es hat ein spezifisches Gewicht von $15,7 \text{ g/ccm}$, die Brinellhärte beträgt 145 kg/mm^2 , die Zerreißfestigkeit 59 kg/mm^2 und die Fließgrenze 38 kg/mm^2 . Wir wählten absichtlich ein hartes Gold, damit beim Einsetzen des Gußstückes in die Kavität keine Kantenverformung auftreten konnte.

Vergleichende Güsse mit einem sehr weichen Gußgold zeigten nämlich, daß geringe Änderungen der Kantenform vorkommen, wenn das Gußstück unter leichtem Druck in die Kavität gebracht wurde.

Das elektrische Verflüssigen des Goldes und das Gießen erfolgte mit der DEGUSSA-TIEGELSCHLEUDER. Ihre Anwendung bietet mehrere Vorteile:

1. Das Gußmaterial wird indirekt in einem Kohletiegel geschmolzen. Eine Überhitzung des Schmelzgutes ist durch die genaue Temperatureinstellung unmöglich. Inhomogenität und Porenbildung werden so weitgehend vermieden.
2. Das Schmelzgut kann nicht oxydieren. Die glühende Kohle bindet den Luftsauerstoff.
3. Die Erstarrung der Schmelze beginnt beim Werkstück und schreitet zum Gußkegel hin fort.

Nach dem Guß ließen wir die Muffeln an der Luft abkühlen. Die ausgebetteten Gußstücke wurden in heißer Schwefelsäure abbeizt und in die Kavität gebracht. Eine Bearbeitung unterblieb, es sei denn, daß Gußperlen mit einem scharfen Instrument entfernt werden mußten.

3. Die Untersuchungsergebnisse

Bei unseren Versuchen führten wir verschiedene Messungen durch. Wir verglichen:

1. die Kavitäten mit den Wachsmodellen
2. die Wachsmodelle mit den Gußstücken
3. die Gußstücke mit den Kavitäten

Den ersten Versuch benutzten wir zur Feststellung der Wachsschrumpfung. Der zweite diente zur Messung des Dimensionsverhaltens der Gußstücke gegenüber den Wachsmodellen, der letzte ließ genaue Rückschlüsse auf die Paßgenauigkeit der Inlays zu.

Die nachfolgenden Tabellen sind nach diesen Gesichtspunkten geordnet.

Die Tabelle 1 zeigt die Wachsschrumpfung bei den einzelnen Wachsmodellen auf. In den Tabellen 2 bis 4 werden die Gußstücke, die nach den Verarbeitungsempfehlungen für KOMPENS hergestellt worden waren, in der Reihenfolge okklusale Inlays, Zahnhalsinlays und MOD-Inlays mit den entsprechenden Wachsmodellen verglichen. Die Tabellen 5 bis 7 zeigen die analogen Vergleiche für die Inlays, die mit Hilfe der Kerneinbettung hergestellt wurden. Die Tabellen 8 bis 10 stellen den Vergleich zwischen den Inlays, die nach den Verarbeitungsvorschriften für KOMPENS hergestellt wurden, und den Kavitäten heraus, ebenfalls in der Reihenfolge okklusale Inlays, Zahnhalsinlays und MOD-Inlays. In der gleichen Reihenfolge werden in den Tabellen 11 bis 13 die Inlays, die mit einem Kern eingebettet worden waren, mit den Kavitäten verglichen.

Um einen möglichst genauen Mittelwert zu erhalten, wurden die jeweils für eine Strecke gemessenen Längen addiert und durch die Anzahl der durchgeführten Messungen dividiert. Alle Längenbestimmungen sind in Millimetern angegeben, die vermessenen Strecken sind aus Abb. 5 zu ersehen.

Tabelle 1: Vergleich zwischen den Kavitäten und den Mittelwerten der Wachsmodelle

1. Okklusale Kavität

Kavität in mm	Wachsmode11 in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
a = 10,143	10,118	-0,025	-0,24
b = 3,978	3,961	-0,017	-0,42

2. Zahnhalaskavität

Kavität in mm	Wachsmode11 in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
a = 4,065	4,048	-0,017	-0,42
b = 1,569	1,493	-0,076	-4,85

3. MOD-Kavität

Kavität in mm	Wachsmode11 in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
a = 12,024	11,991	-0,033	-0,27
b = 6,960	6,924	-0,036	-0,52
c = 5,502	5,474	-0,028	-0,51
d = 12,047	12,000	-0,047	-0,39

Tabelle 2: Vergleich zwischen den okklusalen Inlays, die
ohne Kerneinbettung hergestellt worden waren,
und den Wachsmodellen

Versuch Nr.	Wachsmodell in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
1	a = 10,125	10,036	-0,086	-0,85
	b = 3,974	3,880	-0,094	-2,32
2	a = 10,115	10,008	-0,107	-1,07
	b = 3,972	3,881	-0,091	-2,29
3	a = 10,139	9,963	-0,076	-0,94
	b = 3,948	3,865	-0,083	-2,15
4	a = 10,118	10,033	-0,085	-0,83
	b = 4,004	3,943	-0,061	-1,57
5	a = 10,122	10,034	-0,088	-0,87
	b = 3,972	3,899	-0,073	-1,84
6	a = 10,124	10,054	-0,070	-0,69
	b = 3,936	3,876	-0,068	-1,76
7	a = 10,123	10,031	-0,092	-0,92
	b = 3,940	3,883	-0,057	-1,45
8	a = 10,117	10,019	-0,098	-0,97
	b = 3,953	3,868	-0,085	-2,13
9	a = 10,085	9,989	-0,096	-0,96
	b = 3,921	3,855	-0,066	-1,72
10	a = 10,134	10,076	-0,058	-0,67
	b = 3,916	3,868	-0,048	-1,22

Versuch Nr.	Wachsmodell in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
11	a = 10,134	10,092	-0,042	-0,61
	b = 3,995	3,944	-0,051	-1,28
12	a = 10,142	10,085	-0,057	-0,56
	b = 3,933	3,906	-0,027	-0,69

Als Mittelwerte ergeben sich:

a = 10,127	10,035	-0,084	-0,83
b = 3,958	3,892	-0,067	-1,70

Tabelle 3: Vergleich zwischen den Zahnhalsinlays, die ohne Kerneinbettung hergestellt worden waren, und den Wachsmodellen

Versuch Nr.	Wachsmodell in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
1	a = 4,038	4,009	-0,029	-0,72
	b = 1,487	1,451	-0,036	-2,41
2	a = 4,039	4,006	-0,033	-0,82
	b = 1,451	1,418	-0,033	-2,28
3	a = 4,040	4,004	-0,036	-0,89
	b = 1,471	1,435	-0,035	-2,38
4	a = 4,042	4,005	-0,037	-0,92
	b = 1,483	1,435	-0,048	-3,20
5	a = 4,048	4,002	-0,046	-1,14
	b = 1,469	1,437	-0,032	-2,21
6	a = 4,063	4,022	-0,041	-1,01
	b = 1,519	1,475	-0,044	-2,90
7	a = 4,064	4,006	-0,058	-1,61
	b = 1,452	1,417	-0,035	-2,41
8	a = 4,056	3,997	-0,059	-1,45
	b = 1,495	1,452	-0,043	-2,86
9	a = 4,062	4,032	-0,030	-0,91
	b = 1,462	1,425	-0,037	-2,54

Versuch Nr	WachsmodeLL in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
10	a = 4,036	3,993	-0,043	-0,94
	b = 1,465	1,434	-0,031	-2,13
11	a = 4,052	4,001	-0,051	-1,26
	b = 1,470	1,434	-0,036	-2,45

Als Mittelwerte ergeben sich:

a = 4,049	4,012	-0,043	-1,06
b = 1,474	1,435	-0,037	-2,32

Tabelle 4: Vergleich zwischen den MOD-Inlays, die ohne Kerneinbettung hergestellt worden waren, und den Wachsmodellen

Versuch Nr.	Wachsmodell in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
1	a = 12,023	11,948	-0,075	-0,67
	b = 6,956	6,934	-0,022	-0,75
	c = 5,500	5,458	-0,042	-1,00
	d = 12,028	11,993	-0,035	-0,29
2	a = 12,023	11,965	-0,058	-0,78
	b = 6,946	6,912	-0,034	-0,54
	c = 5,497	5,473	-0,024	-1,20
	d = 12,047	12,004	-0,034	-0,36
3	a = 12,018	11,934	-0,084	-0,78
	b = 6,910	6,873	-0,037	-0,54
	c = 5,454	5,356	-0,098	-1,80
	d = 12,006	11,942	-0,064	-0,53
4	a = 11,982	11,934	-0,094	-0,78
	b = 6,905	6,870	-0,035	-0,51
	c = 5,498	5,429	-0,069	-1,62
	d = 11,990	11,940	-0,050	-0,42
5	a = 11,976	11,882	-0,094	-0,79
	b = 6,926	6,866	-0,060	-0,87
	c = 5,500	5,423	-0,077	-1,47
	d = 11,967	11,896	-0,071	-0,59

Versuch Nr.	Wachsmodell in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
6	a = 11,968	11,905	-0,063	-0,53
	b = 6,900	6,859	-0,041	-0,59
	c = 5,483	5,423	-0,060	-1,11
	d = 11,971	11,939	-0,032	-0,27
7	a = 11,960	11,864	-0,096	-0,72
	b = 6,915	6,857	-0,058	-0,95
	c = 5,484	5,410	-0,074	-1,38
	d = 11,945	11,877	-0,068	-0,57
8	a = 12,005	11,934	-0,071	-0,59
	b = 6,954	6,919	-0,035	-0,50
	c = 5,493	5,436	-0,057	-1,04
	d = 12,005	11,968	-0,037	-0,31
9	a = 12,004	11,904	-0,100	-0,83
	b = 6,885	6,824	-0,061	-0,90
	c = 5,485	5,392	-0,093	-1,70
	d = 12,003	11,972	-0,036	-0,30
10	a = 11,998	11,924	-0,074	-0,62
	b = 6,939	6,884	-0,055	-0,80
	c = 5,487	5,044	-0,043	-0,78
	d = 12,008	11,972	-0,033	-0,28
11	a = 12,005	11,931	-0,074	-0,62
	b = 6,959	6,917	-0,037	-0,68
	c = 5,490	5,401	-0,089	-1,61
	d = 12,005	11,972	-0,033	-0,28

Versuch Nr.	Wachsmodell in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
12	a = 11,998	11,901	-0,079	-0,66
	b = 6,916	6,868	-0,048	-0,70
	c = 5,430	5,370	-0,060	-1,11
	d = 12,009	11,959	-0,050	-0,42
13	a = 11,999	11,901	-0,098	-0,82
	b = 6,908	6,858	-0,050	-0,82
	c = 5,491	5,422	-0,069	-1,28
	d = 11,994	11,930	-0,064	-0,53

Als Mittelwerte ergeben sich:

a = 11,997	11,917	-0,083	-0,69
b = 6,927	6,887	-0,047	-0,70
c = 5,489	5,420	-0,071	-1,31
d = 11,998	11,951	-0,048	-0,40

Tabelle 5: Vergleich zwischen den okklusalen Inlays, die nach dem Kerneinbettungsverfahren hergestellt worden waren, und den Wachsmodeellen

Versuch Nr.	Wachsmodeell in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
1	a = 10,112	10,119	+0,007	+0,07
	b = 3,978	3,951	-0,027	-0,70
2	a = 10,102	10,112	+0,010	+0,09
	b = 3,976	3,957	-0,019	-0,48
3	a = 10,129	10,143	+0,014	+0,13
	b = 3,949	3,926	-0,023	-0,66
4	a = 10,077	10,094	+0,017	+0,17
	b = 3,949	3,935	-0,014	-0,35
5	a = 10,116	10,129	+0,013	+0,13
	b = 3,957	3,928	-0,029	-0,73
6	a = 10,118	10,129	+0,011	+0,11
	b = 3,972	3,964	-0,008	-0,20
7	a = 10,115	10,130	+0,015	+0,15
	b = 3,967	3,950	-0,017	-0,42

Als Mittelwerte ergeben sich:

a = 10,110	10,122	+0,012	+0,12
b = 3,964	3,944	-0,019	-0,50

Tabelle 6: Vergleich zwischen den Zahnhalsinlays, die nach dem Kerneinbettungsverfahren hergestellt worden waren, und den Wachsmodellen

Versuch Nr.	Wachsmodell in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
1	a = 4,046	4,065	+0,019	+0,47
	b = 1,503	1,481	-0,022	-1,46
2	a = 4,050	4,062	+0,012	+0,29
	b = 1,569	1,556	-0,013	-0,83
3	a = 4,048	4,059	+0,011	+0,29
	b = 1,483	1,464	-0,019	-1,28
4	a = 4,047	4,064	+0,017	+0,42
	b = 1,496	1,478	-0,018	-1,20
5	a = 4,044	4,060	+0,016	+0,39
	b = 1,488	1,468	-0,020	-1,34
6	a = 4,052	4,063	+0,011	+0,27
	b = 1,528	1,509	-0,019	-1,30
7	a = 4,042	4,063	+0,021	+0,52
	b = 1,501	1,486	-0,015	-0,99

Als Mittelwerte ergeben sich:

a = 4,048	4,062	+0,014	+0,37
b = 1,512	1,492	-0,018	-1,20

Tabelle 7: Vergleich zwischen den MOD-Inlays, die nach dem Kerneinbettungsverfahren hergestellt worden waren, und den Wachsmodellen

Versuch Nr.	Wachsmodell in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
1	a = 12,008	12,024	+0,016	+0,13
	b = 6,914	6,939	+0,025	+0,36
	c = 5,476	5,504	+0,028	+0,51
	d = 12,021	12,047	+0,026	+0,22
2	a = 11,993	11,995	+0,002	+0,07
	b = 6,931	6,938	+0,007	+0,09
	c = 5,493	5,500	+0,007	+0,13
	d = 12,014	12,034	+0,020	+0,16
3	a = 11,995	12,005	+0,017	+0,14
	b = 6,909	6,913	+0,004	+0,06
	c = 5,437	5,440	+0,003	+0,05
	d = 11,992	12,005	+0,013	+0,10
4	a = 11,949	12,013	+0,025	+0,17
	b = 6,901	6,916	+0,015	+0,21
	c = 5,462	5,465	+0,003	+0,05
	d = 11,988	12,013	+0,025	+0,21
5	a = 11,966	11,994	+0,028	+0,23
	b = 6,953	6,960	+0,007	+0,09
	c = 5,478	5,502	+0,024	+0,44
	d = 12,000	12,025	+0,025	+0,21
6	a = 11,990	12,003	+0,013	+0,13
	b = 6,918	6,929	+0,011	+0,16
	c = 5,446	5,454	+0,008	+0,15
	d = 12,012	12,026	+0,014	+0,12

Versuch Nr.	Wachsmodell in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
7	a = 11,984	11,987	+0,003	+0,02
	b = 6,944	6,953	+0,009	+0,12
	c = 5,458	5,471	+0,013	+0,24
	d = 11,998	12,016	+0,018	+0,15
8	a = 11,998	12,004	+0,006	+0,05
	b = 6,909	6,921	+0,012	+0,17
	c = 5,422	5,433	+0,011	+0,20
	d = 11,995	12,009	+0,014	+0,12

Als Mittelwerte ergeben sich:

a = 11,985	11,998	+0,013	+0,11
b = 6,922	6,933	+0,011	+0,14
c = 5,459	5,497	+0,013	+0,23
d = 12,002	12,021	+0,019	+0,16

Tabelle 8: Vergleich zwischen den okklusalen Inlays, die ohne Kerneinbettung hergestellt worden waren, und der Kavität

Versuch Nr.	Kavität in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
1	a = 10,143	10,036	-0,107	-1,06
	b = 3,978	3,880	-0,098	-2,42
2	a = 10,143	10,008	-0,135	-1,34
	b = 3,978	3,881	-0,097	-2,42
3	a = 10,143	9,963	-0,180	-1,79
	b = 3,978	3,865	-0,113	-2,83
4	a = 10,143	10,033	-0,110	-1,09
	b = 3,978	3,943	-0,035	-0,88
5	a = 10,143	10,034	-0,109	-1,08
	b = 3,978	3,899	-0,079	-1,99
6	a = 10,143	10,054	-0,089	-0,88
	b = 3,978	3,876	-0,102	-2,54
7	a = 10,143	10,031	-0,122	-1,11
	b = 3,978	3,883	-0,095	-2,39
8	a = 10,143	10,019	-0,124	-1,23
	b = 3,978	3,868	-0,110	-2,78
9	a = 10,143	9,989	-0,154	-1,53
	b = 3,978	3,855	-0,123	-3,11
10	a = 10,143	10,076	-0,067	-0,66
	b = 3,978	3,868	-0,110	-2,78

Versuch Nr.	Kavität in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
11	a = 10,143	10,092	-0,051	-0,50
	b = 3,978	3,944	-0,034	-0,86
12	a = 10,143	10,085	-0,058	-0,57
	b = 3,978	3,906	-0,072	-1,82

Als Mittelwerte ergeben sich:

a = 10,143	10,035	-0,108	-1,07
b = 3,978	3,892	-0,086	-2,09

Tabelle 9: Vergleich zwischen den Zahnhalsinlays, die
ohne Kerneinbettung hergestellt worden waren,
um der Kavität

Versuch Nr.	Kavität in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
1	a = 4,065	4,009	-0,056	-1,38
	b = 1,569	1,451	-0,118	-7,51
2	a = 4,065	4,006	-0,059	-1,45
	b = 1,569	1,418	-0,151	-9,63
3	a = 4,065	4,004	-0,061	-1,49
	b = 1,569	1,435	-0,134	-8,55
4	a = 4,065	4,002	-0,063	-1,55
	b = 1,569	1,437	-0,132	-8,41
5	a = 4,065	4,022	-0,043	-1,05
	b = 1,569	1,475	-0,094	-5,98
6	a = 4,065	4,006	-0,059	-1,45
	b = 1,569	1,417	-0,152	-9,68
7	a = 4,065	3,997	-0,068	-1,62
	b = 1,569	1,452	-0,117	-7,45
8	a = 4,065	4,032	-0,033	-0,81
	b = 1,569	1,425	-0,144	-9,18
9	a = 4,065	3,993	-0,072	-1,77
	b = 1,569	1,434	-0,135	-8,60

Versuch Nr.	Kavität in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
10	a = 4,065	4,001	-0,064	-1,58
	b = 1,569	1,434	-0,135	-8,60
11	a = 4,065	4,005	-0,060	-1,47
	b = 1,569	1,435	-0,134	-8,55

Als Mittelwerte ergeben sich:

a = 4,065	4,012	-0,053	-1,30
b = 1,569	1,435	-0,134	-8,55

Tabelle 10: Vergleich zwischen den MOD-Inlays, die ohne Kerneinbettung hergestellt worden waren, und der Kavität

Versuch Nr.	Kavität in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
1	a = 12,024	11,948	-0,076	-0,63
	b = 6,960	6,934	-0,026	-0,37
	c = 5,502	5,458	-0,044	-0,79
	d = 12,047	11,993	-0,054	-0,45
2	a = 12,024	11,965	-0,059	-0,48
	b = 6,960	6,912	-0,048	-0,69
	c = 5,502	5,473	-0,028	-0,51
	d = 12,047	12,004	-0,043	-0,29
3	a = 12,024	11,934	-0,090	-0,75
	b = 6,960	6,873	-0,087	-1,25
	c = 5,502	5,356	-0,146	-2,63
	d = 12,047	11,942	-0,105	-0,87
4	a = 12,024	11,934	-0,090	-0,75
	b = 6,960	6,870	-0,090	-1,29
	c = 5,502	5,429	-0,073	-1,33
	d = 12,047	11,940	-0,107	-0,89
5	a = 12,024	11,882	-0,142	-1,18
	b = 6,960	6,866	-0,094	-1,35
	c = 5,502	5,423	-0,079	-1,44
	d = 12,047	11,896	-0,151	-1,25

Versuch Nr.	Kavität in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
6	a = 12,024	11,905	-0,119	-0,99
	b = 6,960	6,859	-0,101	-1,64
	c = 5,502	5,423	-0,079	-1,43
	d = 12,047	11,939	-0,108	-0,89
7	a = 12,024	11,864	-0,160	-1,33
	b = 6,960	6,857	-0,103	-1,48
	c = 5,502	5,410	-0,092	-1,67
	d = 12,047	11,877	-0,170	-1,41
8	a = 12,024	11,934	-0,090	-0,75
	b = 6,960	6,919	-0,041	-0,59
	c = 5,502	5,436	-0,066	-1,20
	d = 12,047	11,968	-0,079	-0,65
9	a = 12,024	11,904	-0,120	-1,00
	b = 6,960	6,824	-0,136	-1,95
	c = 5,502	5,392	-0,110	-2,01
	d = 12,047	11,972	-0,075	-0,62
10	a = 12,024	11,924	-0,100	-0,83
	b = 6,960	6,884	-0,076	-1,09
	c = 5,502	5,444	-0,078	-1,42
	d = 12,047	11,972	-0,075	-0,62
11	a = 12,024	11,931	-0,093	-0,77
	b = 6,960	6,917	-0,143	-2,03
	c = 5,502	5,401	-0,101	-1,84
	d = 12,047	11,972	-0,075	-0,62

Versuch Nr.	Kavität in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
12	a = 12,024	11,901	-0,123	-1,02
	b = 6,960	6,868	-0,092	-1,32
	c = 5,502	5,370	-0,132	-2,41
	d = 12,047	11,959	-0,088	-0,73
13	a = 12,024	11,901	-0,123	-1,02
	b = 6,960	6,858	-0,102	-1,72
	c = 5,502	5,422	-0,080	-1,45
	d = 12,047	11,930	-0,117	-0,97

Als Mittelwerte ergeben sich:

a = 12,024	11,915	-0,109	-0,91
b = 6,960	6,887	-0,073	-1,04
c = 5,502	5,420	-0,082	-1,49
d = 12,047	11,951	-0,096	-0,80

Tabelle 11: Vergleich zwischen den okklusalen Inlays, die nach dem Kerneinbettungsverfahren hergestellt worden waren, und der Kavität

Versuch Nr.	Kavität in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
1	a = 10,143	10,119	-0,024	-0,23
	b = 3,978	3,951	-0,027	-0,68
2	a = 10,143	10,143	0,000	0,00
	b = 3,978	3,926	-0,052	-1,31
3	a = 10,143	10,112	-0,031	-0,30
	b = 3,978	3,957	-0,021	-0,53
4	a = 10,143	10,094	-0,049	-0,48
	b = 3,978	3,935	-0,043	-1,08
5	a = 10,143	10,129	-0,014	-0,13
	b = 3,978	3,928	-0,050	-1,25
6	a = 10,143	10,129	-0,014	-0,13
	b = 3,978	3,964	-0,014	-0,35
7	a = 10,143	10,130	-0,013	-0,12
	b = 3,978	3,950	-0,028	-0,70

Als Mittelwerte ergeben sich:

a = 10,143	10,122	-0,021	-0,20
b = 3,978	3,944	-0,034	-0,81

Tabelle 12: Vergleich zwischen den Zahnhalsinlays, die nach dem Kerneinbettungsverfahren hergestellt worden waren, und der Kavität

Versuch Nr.	Kavität in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
1	a = 4,065	4,065	0,000	0,00
	b = 1,569	1,481	-0,087	-5,50
2	a = 4,065	4,062	-0,003	-0,073
	b = 1,569	1,556	-0,013	-0,83
3	a = 4,065	4,059	-0,006	-0,14
	b = 1,569	1,464	-0,105	-6,70
4	a = 4,065	4,064	-0,001	-0,02
	b = 1,569	1,478	-0,091	-5,79
5	a = 4,065	4,060	-0,005	-0,12
	b = 1,569	1,468	-0,101	-6,44
6	a = 4,065	4,063	-0,002	-0,05
	b = 1,569	1,509	-0,060	-3,90
7	a = 4,065	4,063	-0,002	-0,05
	b = 1,569	1,486	-0,083	-5,28

Als Mittelwerte ergeben sich:

a = 4,065	4,062	-0,003	-0,073
b = 1,569	1,492	-0,077	-4,90

Tabelle 13: Vergleich zwischen den MOD-Inlays, die nach dem Kerneinbettungsverfahren hergestellt worden waren, und der Kavität

Versuch Nr.	Kavität in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
1	a = 12,024	12,024	0,000	0,00
	b = 6,960	6,939	-0,021	-0,30
	c = 5,502	5,498	-0,004	-0,07
	d = 12,047	12,047	0,000	0,00
2	a = 12,024	11,995	-0,029	-0,24
	b = 6,960	6,938	-0,022	-0,31
	c = 5,502	5,500	-0,002	-0,04
	d = 12,047	12,034	-0,013	-0,10
3	a = 12,024	12,005	-0,019	-0,17
	b = 6,960	6,913	-0,047	-0,62
	c = 5,502	5,440	-0,062	-1,11
	d = 12,047	12,005	-0,042	-0,32
4	a = 12,024	12,013	-0,011	-0,09
	b = 6,960	6,916	-0,044	-0,60
	c = 5,502	5,465	-0,037	-0,67
	d = 12,047	12,013	-0,034	-0,27
5	a = 12,024	11,994	-0,030	-0,27
	b = 6,960	6,960	0,000	0,00
	c = 5,502	5,502	0,000	0,00
	d = 12,047	12,025	-0,022	-0,19
6	a = 12,024	12,003	-0,021	-0,19
	b = 6,960	6,929	-0,031	-0,44
	c = 5,502	5,454	-0,048	-0,87
	d = 12,024	12,026	-0,021	-0,19

Versuch Nr.	Kavität in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
7	a = 12,024	11,987	-0,037	-0,31
	b = 6,960	6,953	-0,007	-0,10
	c = 5,502	5,471	-0,031	-0,56
	d = 12,047	12,016	-0,031	-0,24
8	a = 12,024	12,004	-0,020	-0,16
	b = 6,960	6,921	-0,039	-0,54
	c = 5,502	5,433	-0,069	-1,25
	d = 12,047	12,009	-0,038	-0,30

Als Mittelwerte ergeben sich:

a = 12,024	11,998	-0,026	-0,21
b = 6,960	6,933	-0,027	-0,38
c = 5,502	5,465	-0,037	-0,59
d = 12,047	12,021	-0,026	-0,21

4. Zusammenstellung und Diskussion der Ergebnisse

Als Ausgangspunkt für die Zusammenstellung der Ergebnisse dienen die gefundenen Mittelwerte. Wir betrachten zuerst jede einzelne Strecke und dann das Inlays als Ganzes.

Die Tabelle 1 läßt erkennen, daß die Wachsmodele in allen Fällen eine Kontraktion erfahren haben. Auffällig ist, daß die kürzeren Strecken stärker geschrumpft sind als die längeren.

Ein Vergleich zwischen den Gußstücken, die nach den Verarbeitungsvorschriften für KOMPENS hergestellt wurden und den Wachsmodele (Tabellen 2 bis 4) ergibt eine Verkleinerung der Gußstücke den Wachsmodele gegenüber.

Bei den okklusalen Inlays (Tabelle 2) ist die Strecke a im Mittel um 0,084 mm und die Strecke b um 0,067 mm geschrumpft. Betrachten wir nicht die absoluten, sondern die prozentualen Werte, so ergibt sich für die längere Strecke a eine Schrumpfung von 0,83 % und für die kürzere Strecke b eine Verkleinerung von 1,70 %. Wir sehen hier die gleiche Tendenz wie bei den Wachsmodele, und zwar daß die kleineren Strecken stärker als die längeren schrumpfen.

Ähnliche Verhältnisse finden sich bei den Zahnhalsinlays (Tabelle 3). Auch hier haben die absoluten Werte etwa die gleiche Größenordnung, und zwar ist die Strecke a um 0,043 mm und die Strecke b um 0,037 mm verkürzt. Drücken wir die Kontraktion in Prozenten aus, dann sieht man wieder, daß die kleinere Strecke stärker schrumpft als die längere; die Kontraktion beträgt für a 1,06 % und für b 2,32 %.

Bei den MOD-Inlays (Tabelle 4) finden wir auch bei den absoluten Werten große Differenzen. Bei der Betrachtung der prozentualen Schrumpfung zeigt sich, genau wie bei den anderen Inlayformen, daß die vergleichsweise kürzeren

Strecken stärker geschrumpft sind als die längeren. Die Schrumpfung beträgt für a 0,69 %, für b 0,70 %, für c 1,31 % und für d 0,40 %.

Auf die MOD-Inlays im allgemeinen und auf die Strecke d im besonderen wird am Ende dieses Abschnittes nochmals genauer eingegangen. Die Strecke ist nämlich im Gegensatz zu den anderen nicht einheitlich, sondern setzt sich aus den beiden Inlayschenkeln und der dazwischenliegenden Strecke zusammen (s. Abb. 5).

Bei den Inlays, die mit Hilfe der Kerneinbettung hergestellt wurden, ergeben sich im Vergleich mit den entsprechenden Wachsmodeellen von den ersten Versuchsreihen abweichende Werte. Wir finden nicht nur Kontraktionen, sondern auch Expansionen (Tabellen 5 bis 7).

Bei den okklusalen Inlays (Tabelle 5) ist die kurze Strecke b im Mittel um 0,019 mm geschrumpft, während die längere Strecke a eine Expansion von 0,012 mm aufweist. In Prozenten ausgedrückt ergibt sich für a der Wert von 0,12 % und für b der Wert von 0,50 %.

Bei den Zahnhalsinlays (Tabelle 6) liegen ähnliche Ergebnisse vor. Wieder ist die kürzere Strecke b geschrumpft, und zwar um 0,018 mm = 1,20 %, während a um 0,014 mm = 0,37 % expandiert ist.

Die Strecken der MOD-Inlays (Tabelle 7) sind alle expandiert. Die Expansion schwankt zwischen 0,011 und 0,019 mm. Im einzelnen lassen sich folgende Werte für die Expansion ermitteln: a = 0,013 mm (= 0,11 %), b = 0,011 mm (= 0,14%), c = 0,013 mm (= 0,23 %), d = 0,019 mm (= 0,16 %).

Die bisherige Zusammenstellung der Ergebnisse zeigt nur die Größendifferenz zwischen den Wachsmodeellen und den Gußstücken und sagt noch nichts über die Paßgenauigkeit aus.

Ein Vergleich zwischen den Kavitäten und den Inlays läßt erkennen, daß sowohl bei den Kerneinbettungsverfahren, als auch bei den Verarbeitungsvorschriften für KOMPENS alle Strecken der Gußstücke gegenüber der Kavität verkleinert sind.

Die Differenz zwischen Kavität und Gußstück war in den Fällen, in denen das Kerneinbettungsverfahren zur Anwendung kam, wesentlich geringer als bei der anderen Methode. Das bedeutet, daß bei den Inlays, die nach dem erstgenannten Verfahren hergestellt wurden, die Spaltbreiten zwischen dem Gußstück und den Kavitätenwänden kleiner sind als bei den anderen Inlays.

Einen Anhaltspunkt über die Spaltbreiten bekommen wir, wenn wir die Gesamtdifferenz zwischen Gußstück und Kavität halbieren. Wir sprechen deshalb von Anhaltspunkt, weil es beim Einsetzen zum Beispiel der okklusalen Inlays zu einer Verschiebung des Inlays in der Kavität kommen kann, so daß eine Seite einen einwandfreien Randschluß bekommt und die Differenz sich demgemäß in voller Größe auf die andere Seite auswirkt.

Aus den Tabellen 8 bis 13 ergeben sich für die einzelnen Strecken in Höhe der Meßpunkte folgende Werte für die Spaltbreiten:

Inlays ohne Kerneinbettung

Okklusale Inlays

Spaltbreite bei a 0,054 mm

Spaltbreite bei b 0,043 mm

Zahnhalseinlays

Spaltbreite bei a 0,025 mm

Spaltbreite bei b 0,065 mm

Inlays mit Kerneinbettung

Okklusale Inlays

Spaltbreite bei a 0,015 mm

Spaltbreite bei b 0,017 mm

Zahnhalseinlays

Spaltbreite bei a 0,0015 mm

Spaltbreite bei b 0,035 mm

MOD-Inlays

Spaltbreite bei a 0,050 mm
Spaltbreite bei b 0,035 mm
Spaltbreite bei c 0,041 mm
Spaltbreite bei d 0,048 mm

MOD-Inlays

Spaltbreite bei a 0,013 mm
Spaltbreite bei b 0,013 mm
Spaltbreite bei c 0,015 mm
Spaltbreite bei d 0,013 mm

Drücken wir diese absoluten Werte in Prozenten aus, so ergeben sich folgende Zahlen:

Inlays ohne Kerneinbettung

Okklusale Inlays

Spaltbreite bei a 0,50 %
Spaltbreite bei b 1,04 %

Inlays mit Kerneinbettung

Okklusale Inlays

Spaltbreite bei a 0,10 %
Spaltbreite bei b 0,40 %

Zahnhalseinlays

Spaltbreite bei a 0,65 %
Spaltbreite bei b 4,27 %

Zahnhalseinlays

Spaltbreite bei a 0,035 %
Spaltbreite bei b 2,45 %

MOD-Inlays

Spaltbreite bei a 0,45 %
Spaltbreite bei b 0,52 %
Spaltbreite bei c 0,75 %
Spaltbreite bei d 0,40 %

MOD-Inlays

Spaltbreite bei a 0,10 %
Spaltbreite bei b 0,19 %
Spaltbreite bei c 0,29 %
Spaltbreite bei d 0,10 %

Die Werte für die MOD-Inlays können nicht ohne weiteres auf die Praxis übertragen werden, wir werden nochmals gesondert darauf eingehen.

Zur Beurteilung, ob die gefundenen Spaltbreiten den an die Paßgenauigkeit der Inlays zu stellenden Forderungen genügen, dient uns der Präzisionsbegriff von JÖRGENSEN. Präzision eines Inlays bedeutet:

1. "Es darf keine sichtbare Öffnung zwischen Zahn und Gußstück vorhanden sein.
2. Das Gußstück muß ohne starken Druck auf seinen Platz im Zahn gebracht werden können."

Als prozentuale Höchstwerte für die Spaltbreiten gibt JÖRGENSEN folgende Zahlen an:

- | | |
|-----------------------------------|---------------|
| 1. für kleine, einflächige Inlays | 2 % |
| 2. für große, einflächige Inlays | 1 % |
| 3. für mehrflächige Inlays | 0,1 bis 0,2 % |

Die Prozentangaben beziehen sich auf die Größe der Kavität. So darf nach JÖRGENSEN zum Beispiel bei einer okklusalen Kavität von 5 mm Länge eine Spaltbreite von 0,05 mm auftreten (= 1 %), ohne daß der exakte Sitz des Inlays infrage gestellt ist. Nach dem oben zitierten Autor ist eine Öffnung eben noch sichtbar, wenn die Breite des Spaltes etwa 0,050 mm beträgt. Diesen Wert nehmen wir als Toleranzgrenze für unsere absoluten Spaltbreiten.

Aus der Gegenüberstellung der Spaltbreiten geht deutlich hervor, daß die Inlays, die nach der Kerneinbettungsmethode hergestellt wurden, weit geringere Spaltbreiten aufweisen und somit einen höheren Präzisionsgrad erreichen als die Inlays, bei denen die andere Einbettungsmethode zur Anwendung kam. Das läßt sich dadurch erklären, daß bei der Kerneinbettung nicht nur geringere Kontraktionen, sondern bei einzelnen Strecken sogar Expansionen gegenüber den Wachsmodellen auftraten.

Die Inlays, die nach den Verarbeitungsempfehlungen für die Einbettungsmasse KOMPENS hergestellt wurden, zeigten Spaltbreiten auf, die an der oberen Toleranzgrenze liegen bzw. sie um ein wenig überschreiten, während die Inlays, die mit Hilfe der Kerneinbettung hergestellt wurden, die Hälfte der Toleranzgrenze nur in einem Fall übersteigen.

Die Abb. 6a zeigt ein okklusales Inlay in der Kavität, das nach dem von der Firma DENTAURUM angegebenen Verfahren hergestellt wurde, die Abb. 6b ein okklusales Inlay, bei dem das Kerneinbettungsverfahren zur Anwendung kam. Auf

beiden Abbildungen ist deutlich zu erkennen, daß die Schrumpfung der kürzeren Strecke b größer ist als die der längeren Strecke a. In Abb. 6b sieht man bei a nur einen ganz geringen Spalt, während die Spaltbreite bei b doch recht erheblich ist.

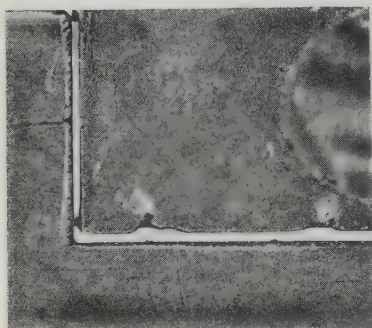


Abb. 6a Okklusales Inlay ohne Kerneinbettung hergestellt

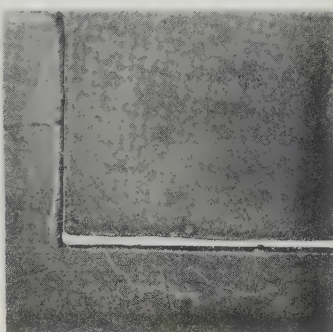


Abb. 6b Okklusales Inlay mit Kerneinbettung hergestellt

An dieser Stelle möchten wir nun, wie schon zuvor erwähnt wurde, nochmals gesondert auf die MOD-Inlays eingehen. Während sich die von uns ermittelten Ergebnisse bei den Zahnhalsinlays und den okklusalen Inlays auf die Praxis übertragen lassen, ist dieses bei den MOD-Inlays nur mit Einschränkungen möglich. So kommen zum Beispiel die Spaltbreiten bei a und d in der Weise, wie bei unseren Versuchsmodellen, in der Mundhöhle nicht vor (vgl. Abb. 5). Diese Werte sagen nur etwas über den Kontaktpunkt bzw. über den Abstand zum Nachbarzahn aus. Auch die Spaltbreiten bei b und c entsprechen nicht den wirklichen Verhältnissen. Da anzunehmen ist, daß der okklusale Anteil der MOD-Inlays auch senkrecht zu der von uns gemessenen Strecke a schrumpft, kann das Inlay etwas tiefer in die Kavität gebracht werden. Dadurch wird die Spaltbreite bei b und c geringer und die von uns gefundenen Werte wirken sich nicht voll aus.

Besondere Beachtung verdient die Strecke d. Wie schon erwähnt wurde, ist diese Strecke nicht einheitlich, sondern setzt sich aus den beiden Schenkeln und der dazwischen liegenden Strecke zusammen (Abb. 5).

Bei unseren Untersuchungen stellte sich heraus, daß die Strecke d sowohl bei der Kerneinbettung als auch bei der Verarbeitungsvorschrift für KOMPENS der Kavität gegenüber schrumpft, und zwar um 0,026 mm bzw. um 0,096 mm. Die Verkürzung der Strecke d kann auf zweierlei Weise zustande gekommen sein. Einmal dadurch, daß sich die beiden Schenkel genähert haben, in diesem Falle würde sich das Inlay nicht in die Kavität bringen lassen. Die zweite Möglichkeit ist, daß die Verkleinerung der Strecke d durch die Kontraktion beider Schenkel bewirkt wird. In unseren Versuchsreihen ließen sich alle Inlays an ihren Platz bringen, so daß die erste Möglichkeit ausscheidet und die Verkürzung von d nur durch die Kontraktion der Schenkel zustande kommen kann. Diese Schrumpfung haben wir an zwei Stellen der Schenkel gemessen (Abb. 7). Die Mittelwerte sind in den nachstehenden Tabellen angegeben.



Abb. 7 MOD-Inlay. Die Buchstaben geben die gemessenen Strecken an.

MOD-Inlay ohne Kerneinbettung

Kavität in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
AB = 2,778	2,740	-0,038	-1,36
CD = 4,193	4,162	-0,031	-0,97
EF = 2,819	2,788	-0,031	-1,10
GH = 4,288	4,251	-0,037	-1,13

MOD-Inlays mit Kerneinbettung

Kavität in mm	Gußstück in mm	Differenz in mm	Differenz in Prozenten
AB = 2,778	2,770	-0,008	-0,29
CD = 4,193	4,193	0,000	0,00
EF = 2,819	2,810	-0,009	-0,32
GH = 4,288	4,282	-0,006	-0,18

Auch hier zeigt es sich wieder, daß mit Hilfe der Kerneinbettung wesentlich bessere Ergebnisse erzielt werden als mit der anderen Einbettungsmethode.

C. Zusammenfassung

Nach einem kurzen historischen Überblick über die Geschichte des zahnärztlichen Gußverfahrens und der Erörterung allgemeiner Eigenschaften und Forderungen, die an Einbettungsmassen zu stellen sind, überprüften wir das Dimensionsverhalten der Einbettungsmasse KOMPENS (DENTAURUM PFORZHEIM) bei unterschiedlicher Einbettung. Nach Angaben der Herstellerfirma soll KOMPENS auch ohne besondere Einbettungsmethoden (zum Beispiel Kerneinbettung) eine für den Goldguß ausreichende Expansion aufweisen.

Für unsere Untersuchungen stellten wir stilisierte Inlaykavitäten her, die in ihrer Form einer Zahnhalskavität, einer okklusalen Kavität und einer MOD-Kavität entsprachen. Diese Kavitäten waren in eine Messingplatte eingelassen, die es ermöglichte, später eine genaue Vermessung der Gußstücke vorzunehmen. Von diesen Kavitäten fertigten wir Wachsmodelle an, die einmal gemäß den Empfehlungen der Firma DENTAURUM und zum anderen nach der Kerneinbettungsmethode eingebettet wurden.

Zur Prüfung des Dimensionsverhaltens der Einbettungsmasse KOMPENS wurden vergleichende Messungen zwischen den fertigen Gußstücken, die mit Hilfe der unterschiedlichen Einbettungsmethode hergestellt worden waren, und den Kavitäten durchgeführt. Da die Paßgenauigkeit der Gußfüllungen nicht allein von der Einbettungsmethode abhängt, sondern auch von der Wachssorte, der Wachsverarbeitung, der Gußmethode und dem Gußmaterial, hielten wir diese Komponenten konstant, so daß die ermittelten Größenunterschiede zwischen den einzelnen Gußstücken nur durch die Art der Einbettung bedingt waren.

Unsere Untersuchungen ergaben, daß bei beiden Einbettungsmethoden die kürzeren Strecken der Gußstücke stärker schrumpften als die längeren. Die Kontraktionen waren bei den Inlays, die wir nach den Einbettungsempfehlungen für KOMPENS hergestellt hatten, durchweg größer als bei den Gußfüllungen, bei denen das Kerneinbettungsverfahren zur Anwendung gekommen war. Im ersten Fall traten Spaltbreiten von 0,025 mm bis 0,065 mm auf, während wir bei der Anwendung der Kerneinbettung Spaltbreiten von 0,013 mm bis 0,035 mm ermittelten.

Da also die Gußfüllungen, die nach dem Kerneinbettungsverfahren hergestellt wurden, eine geringere Spaltbreite aufweisen und somit eine bessere Paßgenauigkeit besitzen, ist auch bei der Einbettungsmasse KOMPENS die Kerneinbettung zu empfehlen.

D. Literaturverzeichnis

- Bonsack, Ch. Der heutige Stand des Gußproblems.
Dtsch. Zahnärztl. Zeitschr. 8, 1953,
S. 5; Dtsch. Zahnärztl. Zeitschr.,
8, 1953, S. 67
- Biaggi, A. - Das Technische in der zahnärztli-
Steimer, H. chen Prothetik.
Verlag Zahnärztliche Welt, Konstanz,
1956
- Cosmann, M. Zum Verständnis der thermischen Ex-
pansion von Guß-Einbettmassen.
Vierteljahresschrift für Zahnheil-
kunde, 50. Jg., 1934, Heft 1, S. 48
- Eichner, K. Leitfaden zahnärztlicher Werkstoffe
und ihrer Verarbeitung.
Berlin, 1960
- Falck, K. - Werkstoffkunde für Zahnärzte
Weikart, P. München, 1959
- Gerlach, H. Thermo-volumetrische Untersuchungen
an Einbettungsmassen im zahnärztli-
chen Gußverfahren.
Leipzig, 1936
- Gerlach, H. Neue Forschungsergebnisse über die
Kompensation von Kontraktionserschei-
nungen im Metallgußverfahren.
STOMA, 1953, Heft 7, S. 427
- Grawinkel, C. J. Die Technik des Goldgusses.
Leipzig, 1921
- Hehring, H. Einbettmassen. In Eichner, K., Leit-
faden zahnärztlicher Werkstoffe und
ihrer Verarbeitung.
Berlin, 1960

- Hollenbach, M. Das gegossene Gold-Inlay.
International Dental Journal, März,
1951
- Janke, G. Sichere Präzisionsgüsse mit einfachen Mitteln hergestellt.
Dentallabor, 1953, Heft 4, S. 5
- Jörgensen-Dreyer, K. Prüfungsergebnisse zahnärztlicher Gußverfahren.
Dtsch. Zahnärztl. Zeitschr., 13,
1958, S. 461
- Könsgen, K. Die Paßgenauigkeit von Gußringen bei der Vakuum-Einbettung.
Med. Diss., Marburg, 1956
- Kühl, W. Beitrag zur Angußtechnik.
Dtsch. Zahnärztl. Zeitschrift, 15,
1960, S. 1280
- Reinacher, G. -
Wagner, E. Die Schädigung weißer Edelmetalle durch Schwefelaufnahme.
Zahnärztliche Welt, 1954, S. 126
- Vest, G. Lehrbuch der zahnärztlichen Kronen- und Brückenprothetik.
Basel, 1960
- Wagner, E. Edelmetalle. In Eichner, K., Leitfaden zahnärztlicher Werkstoffe und ihrer Verarbeitung.
Berlin, 1960
- Wagner, E. Probleme der Angußtechnik.
Zahnärztl. Welt / Reform 60, 1959, S. 706
- Weikart, P. Zum Thema Präzisionsguß
Zahnärztliche Welt, 1955, Heft 4, S. 90

Das Einbetten im Vakuum mit "Vakuator", Quintessenz 1954, Referat 518

Das Anbringen von Gußkanälen.
Degussa-Briefe Neue Folge, Nr. 23,
1955

Wird die Paßgenauigkeit von MOD-Füllungen und Teleskopkronen durch die Richtung des Gußkanals beeinflußt?
Degussa-Briefe, 1960 Neue Folge,
Nr. 30

Einbettmassen und ihre Anwendung.
Zahntechnik, 1954, Heft 4, S. 43

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. H. Pantke für die Stellung des Themas und die tatkräftige Hilfe bei der Abfassung und Gestaltung dieser Arbeit.

Ferner möchte ich mich auch bei der Zahntechnikermeisterin der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten in Marburg, Fräulein Gehrke, bedanken, die aus ihren reichhaltigen praktischen Erfahrungen manchen guten Rat zu dieser Arbeit beisteuerte.

Am 1. Juni 1938 wurde ich als Sohn des Zahnarztes Dr. Franz Josef und seiner Ehefrau Hanna, geb. Kirberg, in Zeiden in Rumänien geboren. 1945 mußten wir auf Anordnung der Russischen Militärregierung Rumänien verlassen und kamen 1946 nach Hilden, dem Geburtsort meiner Mutter. Hier besuchte ich die Volksschule und ab 1949 das Städtische Helmholtz-Gymnasium in Hilden. Nach der Reifeprüfung 1958 begann ich im Sommersemester des gleichen Jahres das Studium der Zahnheilkunde in Marburg. Im Wintersemester 1961/62 studierte ich an der Rheinischen Friedrich-Wilhelm Universität in Bonn, kehrte im Sommersemester 1961 nach Marburg zurück und schloß im Februar 1964 mein Studium mit dem Staatsexamen ab.

Seit August 1964 bin ich als Assistent an der Kiefer- und Gesichtschirurgischen Abteilung der St. Lukas-Klinik in Solingen-Ohligs tätig.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren und Dozenten

Braun-Falco, Dimroth, Gedigk, Gröpp, Hamm, Hartmann, Hennis, Hering, Heuser, Hornung, Janke, Klimmer, Korkhaus, Kunert, Lang, Löhr, Mahr, Marx, Maurath, Meyer, Niessing, Oksche, Pantke, Petry, Prinz, Rollhäuser, Rosemann, Schmidt, Schröder, Schubert, Seeliger, Seidel, Siegert, Siess, Walcher.

